

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-097370

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/26

H01L 21/205

H01L 21/22

(21)Application number : 09-272074

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 18.09.1997

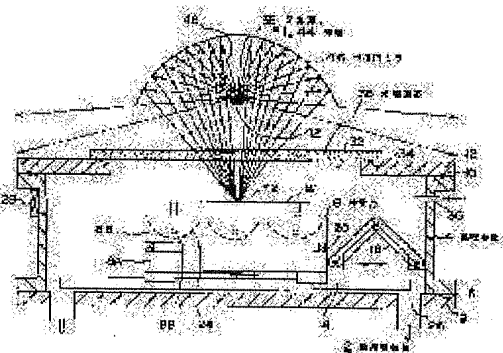
(72)Inventor : OSAWA SATORU

## (54) HEAT TREATING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heat treating device by which the surface of an object to be treated can be irradiated with light of a high energy density.

SOLUTION: A heat treating device performs a specified heat treatment by heating an object W to be treated placed on a table 8 in a treating receptacle 4. The heat treating device is provided with a light emitting source 38 reflecting light, a reflecting mirror means 46 for gathering light from the light emitting source onto the surface of the object to be treated and a scanning means for relatively scanning the gathered light on the surface of the object W to be treated. In this way, the surface of the object to be treated is irradiated with light of high energy density and only the surface of the object to be treated is subjected to a speedy heat treatment.



AM

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-97370

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 L 21/26		H 0 1 L 21/26	G
21/205		21/205	
21/22	5 0 1	21/22	5 0 1 L

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平9-272074

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月18日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 大沢 哲

神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41

号 東京エレクトロン東北株式会社相模事

業所内

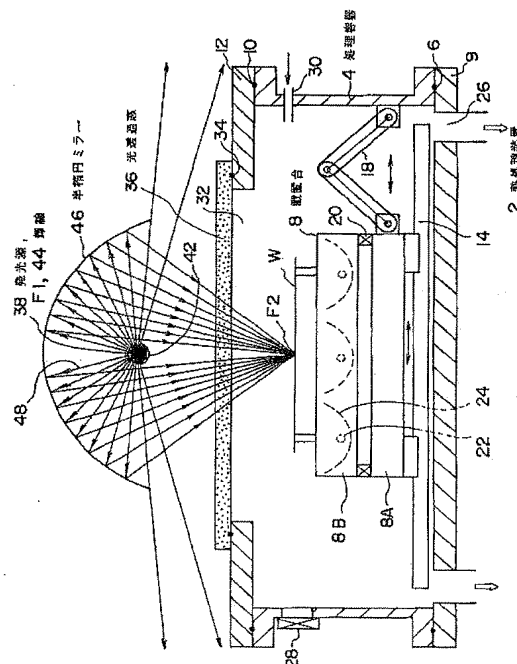
(74) 代理人 弁理士 浅井 章弘

(54) 【発明の名称】 熱処理装置

(57) 【要約】

【課題】 被処理体の表面に高いエネルギー密度の光を照射することができる熱処理装置を提供する。

【解決手段】 処理容器4内の載置台8上に載置台された被処理体Wを加熱して所定の熱処理を施す熱処理装置において、光を放射する発光源38と、この発光源からの光を前記被処理体の表面に集光させる反射ミラー手段40と、前記集光された光を前記被処理体の表面上に相対的に走査させる走査手段58とを備えるように構成する。これにより、被処理体の表面に高いエネルギー密度の光を照射し、被処理体の表面のみに迅速に熱処理を施す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理容器内の載置台上に載置された被処理体を加熱して所定の熱処理を施す熱処理装置において、光を放射する発光源と、この発光源からの光を前記被処理体の表面に集光させる反射ミラー手段と、前記集光された光を前記被処理体の表面上に相対的に走査させる走査手段とを備えたことを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2】 前記発光源は、光を放射する点状の輝点を形成し、前記反射ミラー手段は、前記被処理体の表面上に点状の光スポットとして集光させることを特徴とする請求項 1 記載の熱処理装置。

【請求項 3】 前記発光源は、光を放射する線状の輝線を形成し、前記反射ミラー手段は前記被処理体の表面に線状の光スポットとして集光させることを特徴とする請求項 1 記載の熱処理装置。

【請求項 4】 前記反射ミラー手段は、断面が半楕円形状となっている半楕円反射ミラーであることを特徴とする請求項 1 記載の熱処理装置。

【請求項 5】 前記反射ミラー手段は、断面が放物線形状になされて前記発光源からの光を平行光に変換する第 1 の放物線反射ミラーと、この反射ミラーからの平行光を前記被処理体の表面上に集めるために断面が放物線形状になされた第 2 の放物線反射ミラーとよりなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 6】 前記走査手段は、前記第 2 の放物線反射ミラーを走査移動させることを特徴とする請求項 5 記載の熱処理装置。

【請求項 7】 前記反射ミラー手段は、比較的小さな放射口を有して第 1 焦点と第 2 焦点とを覆うようにして形成された断面が楕円形状の楕円反射ミラーと、この反射ミラーからの光を前記被処理体の表面上に集光するために断面が楕円形状になされた一対の双楕円反射ミラーとよりなり、前記発光源は、前記第 1 焦点及び第 2 焦点の内、少なくともいずれか一方に設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 8】 前記反射ミラー手段は、比較的小さな放射口を有して第 1 焦点と第 2 焦点とを覆うようにして形成された断面が楕円形状の楕円反射ミラーと、この反射ミラーからの光を平行光に変換する断面が放物線形状の第 1 の放物線反射ミラーと、この反射ミラーからの光を前記被処理体の表面上に集めるために断面が放物線形状になされた第 2 の放物線反射ミラーとよりなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 9】 前記走査手段は、前記第 2 の放物線反射ミラーを走査移動させることを特徴とする請求項 8 記載の熱処理装置。

【請求項 10】 前記反射ミラー手段は、光照射方向に

沿った断面が楕円形状の部分よりなる部分楕円反射ミラーと、この反射ミラーからの光を集光させるために断面が直線状の直線状反射ミラーとよりなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 11】 前記反射ミラー手段は、断面が放物線形状の複数の放物線反射ミラーを互いに反転させて直列に接続してなる多段放物線反射ミラーと、この反射ミラーからの光を前記被処理体の表面上に集めるために断面が放物線形状になされた第 2 の放物線反射ミラーとよりなり、前記発光源は前記多段放物線反射ミラーの焦点上に設置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 12】 前記走査手段は、前記第 2 の放物線反射ミラーを走査移動させることを特徴とする請求項 11 記載の熱処理装置。

【請求項 13】 前記発光源は、放電ランプであることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 14】 前記発光源は、フィラメントを内蔵するランプであることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 15】 前記載置台は、回転可能になされていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれかに記載の熱処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウエハ等の被処理体を加熱して所定の熱処理を行なう熱処理装置に関し、特に処理にあたり被処理体を 1 枚ずつ処理する形式いわゆる枚葉熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体ウエハ等の被処理体を一枚ずつ加熱して、これに所定の熱処理を施す装置として枚葉式の熱処理装置が知られている。これは、処理容器内のウエハを加熱するために、強力な抵抗ヒータ、或いは複数の強力な加熱ランプを被処理体である半導体ウエハの上方或いは下方に配置している。枚葉熱処理装置には温度の均一性、高いスループットが求められる。半導体ウエハの熱処理として、一定温度に規定時間保持するいわゆるアニール、所定の反応ガス雰囲気におき所定の温度に保って被処理体の面上に所定の生成物を形成する成膜等が行われる。どちらの熱処理も、ウエハの面内での温度が均一でないと、例えば、アニールによって得られる結晶の電気伝導度にバラツキを生じるとか、成膜された膜の厚さにバラツキを生じる等の問題を引き起こす。このため半導体ウエハの熱処理に関しては、ウエハ温度の面内均一性を高く維持することが非常に重要である。

【0003】枚葉熱処理装置と同じく半導体ウエハに対して熱処理を行う装置としてバッチ式熱処理装置があ

る。バッチ式熱処理装置は100枚程度の半導体ウエハを一括して熱処理を行う。装置形態が違いそれぞれに特徴があるが、基本的には、生産性つまりスループットがほぼ同等でなければ装置としての存在意義がなくなる。簡単に考えた場合、ウエハを1枚1枚処理する枚葉熱処理装置はバッチ式熱処理装置の100倍の速度で昇温して、100倍の速度で降温しなければならない。

【0004】枚葉装置としての技術的困難さは、スループットが確保できる高い昇温性能と高い降温性能を持った上で、高いウエハ温度の面内均一性を実現しなければならない所にある。例えば、断熱材で装置を覆えばウエハ温度の均一性は向上するが降温性能が悪くなり、装置として存立し得なくなる。この為、枚葉装置は高い加熱能力を持つ熱源と十分な冷却能力を持つチャンバーとの間に大きくかつ均一な熱の流れを作り、その流れの中にウエハを置いているものと言える。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】この為、従来の枚葉熱処理装置にあっては、ウエハのみならず、ウエハを載置する載置台等も所定のプロセス温度までウエハと同じように昇温し、且つプロセス終了後は急速に降温する必要がある。従って、消費される電力の大部分が無駄になるという問題があった。例えば、従来の通常の枚葉熱処理装置にあっては、40～50KWもの電力を投入する必要がある。更には、大きな電力を投入したとしても上述のようにウエハのみならず、ウエハに対して熱容量が大きな載置台も昇温し、プロセス終了後にはこの載置台も降温させなければならないことから、昇降温に時間がかかり、その分、スループットを低下させるという問題があった。また、枚葉熱処理装置の高い加熱能力を持つ熱源と十分な冷却能力を持つチャンバーとの間の大きくかつ均一な熱の流れの中において、ウエハとウエハの載置台との熱的な抵抗は、局部的な接触状態の差により大きなばらつきを持っておりウエハ面内の温度均一性を大きく阻害していた。

【0006】また、プロセス時には、ウエハ以外の内部構造物、例えば載置台や処理容器内壁、ガスを供給するシャワーヘッド等の温度が上昇し、特に成膜プロセス時にはこのような意図しない内部構造物にも生成物が付着してしまい、クリーニング等のメンテナンスの頻度が多くなってしまいう問題もあった。本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、被処理体の表面に高いエネルギー密度の光を照射することができ、照射した高いエネルギー密度の光によって被処理体の表面の温度だけを上げて熱処理ができる熱処理装置を提供することにある。

【0007】なお、エネルギー密度が高くなればウエハの表面のみを加熱する効果が顕著になり、所定の温度まで昇温する為に必要な時間は相乗的に短くなる。最低限

必要とされるエネルギー密度は500W/cm<sup>2</sup>であり、4000W/cm<sup>2</sup>以上が望ましく、30000W/cm<sup>2</sup>以上であることが最も望ましい。例えば、4000W/cm<sup>2</sup>のエネルギー密度であれば、ウエハを21msの短時間でシリコンの熔融温度にまで到達させられる。現行の枚葉熱処理装置では、例えば30W/cm<sup>2</sup>程度のエネルギー密度でウエハ全面を加熱しており、前述のエネルギー密度は非常に高い値である。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、非常に高いエネルギー密度を持つ光を、適当な速度で被処理体表面を走査・照射する事により、被処理体の全体を加熱昇温することなく被処理体の表面のみを急速に加熱し、此の表面に所定の熱処理を施そうとするものである。先に、枚葉熱処理装置にとって温度の均一性が非常に重要であると述べた。これは、熱処理によって得られる被処理体の物性あるいは付着・生成される膜の厚さ等は、従来の処理温度においては他の要因より温度の影響を強く受けるためであり、従来の装置においては、被処理体の周辺の材料が耐える温度、例えば、1000度以上の高温に保つ事は困難であるためであった。

【0009】一方、高い処理温度においては、熱処理によって得られる、被処理体の物性あるいは付着・生成される膜の厚さ等は、その温度に保たれている時間あるいは被処理体の表面に吸着している材料ガスの量によってきまり、到達する温度の影響はなくなる。非常に高いエネルギー密度の光を、適当な速度で走査すれば、被処理体の表面のみを1000度を越える高い温度に、走査速度によってきまる一定の時間保つことができ、被処理体の物性あるいは付着・生成される膜の厚さ等を一定つまり均一に保つ事ができる。請求項1に規定する発明は、処理容器内の載置台上に載置台された被処理体を加熱して所定の熱処理を施す熱処理装置において、光を放射する発光源と、この発光源からの光を前記被処理体の表面に集光させる反射ミラー手段と、前記集光された光を前記被処理体の表面上に相対的に走査させる走査手段とを備えるように構成したものである。

【0010】これにより、処理容器内の載置台上に載置された被処理体の表面に発光源より放射された光が反射ミラー手段により集光された状態で照射される。この照射光は、非常に高いエネルギー密度を有しており、走査手段により適当な速度で走査されるので、被処理体の全体を加熱昇温することなく、被処理体の表面のみを急速に加熱し、この表面に所定の熱処理を施すことができる。また、被処理体全体としての温度は、高くなっていないので、降温に時間がかかる事もない。

【0011】この場合、発光源としては、光を発する点状の輝点を形成するランプを用いて点状の光スポットを被処理体の表面に形成するようにしてもよいし、或いは光を発する線状の輝線を形成するランプを用いて線状の

光スポットを被処理体の表面に形成するようにしてもよい。上記反射ミラー手段は、断面が半楕円形状となっている半楕円反射ミラーを用いてもよく、また、断面が放物線形状になされて放射光を平行光に変換する第1の放物線反射ミラーと、この平行光を集光させる第2の放物線反射ミラーとを組み合わせるようにしてもよい。

【0012】この場合、第2の放物線反射ミラーを走査手段により走査移動させるようにすれば、発光源や被処理体は移動させる必要はなくなる。また、上記反射ミラー手段は、放射口を有して第1焦点と第2焦点を覆うようにして形成された断面が楕円形状の楕円反射ミラーと、此の反射ミラーからの光を集光するために断面が楕円形状になされた一対の双楕円反射ミラーとにより形成してもよい。この場合には、上記第1焦点と第2焦点の内、少なくともいずれか一方に発光源を設けるようにする。

【0013】更に、上記反射ミラー手段は、光照射方向に沿った断面が楕円形状の部分よりなる部分楕円反射ミラーと、この反射ミラーからの光を集光させるために断面が直線状の直線状反射ミラーとにより形成してもよい。また、上記反射ミラー手段は、断面が放物線状の複数の放物線反射ミラーを互いに反転させて直列に接続してなる多段放物線反射ミラーと、この反射ミラーからの光を集光するために断面が放物線形状になされた第2の放物線反射ミラーとにより形成してもよい。また、載置台自体を回転可能として、被処理体に対する走査方向を相対的に変えるようにしてもよい。以上のような発光源としては、フィラメントを内蔵する例えばハロゲンランプの他に、キセノン放電ランプ、メタルハライド放電ランプ等を用いることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る熱処理装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。図1は本発明装置の第1実施例を示す構成図、図2は載置台の構造を示す図、図3は図1に示す装置の発光源を示す斜視図、図4は図3に示す発光源からの放射光の軌跡を示す図、図5は発光源の拡大図、図6は集光部を示す拡大図である。

【0015】図示するように、この熱処理装置2は、例えばアルミニウム等により円筒体状に成形された処理容器4を有しており、この処理容器4の底部には、リング等のシール部材6を介して底板9が気密に設けられ、天井部には同じくリング等のシール部材10を介して天井板12が気密に設けられている。この処理容器4内に被処理体としての例えば半導体ウエハWを載置するための載置台8が設けられる。この載置台8は、下部の基台8Aとこの上に設置される載置台本体8Bとよりなり、この基台8Aは底板9上に敷設した2本の案内レール14（図示例では1本のみ記す）上にスライドブロック16を介して摺動移動可能に設けられている。尚、こ

の摺動機構は、この種の構造に限定されない。そして、この基台8Aと処理容器4の側壁との間には、走査手段を構成するために屈伸可能になされた駆動用の走査アーム18が連結されており、この走査アーム18を屈伸させることにより、載置台8の全体を移動させ、光の焦点をウエハ面上で走査させられるようになっている。

【0016】また、上記載置台本体8Bは、基台8A上に例えば円形のベアリング20を介して設けられており、載置台本体8Bをその周方向へ旋回可能としている。この載置台本体8Bの少なくとも上面は、光透過性の石英ガラスよりなり、この内部には、図2にも示すように例えばハロゲンランプ等よりなる予熱用の補助加熱ランプ22が複数個設けられており、ウエハWをその裏面側より補助的に加熱し得るようになっている。各補助加熱ランプ22は、個々に投入電力量が制御可能になされている。各補助加熱ランプ22の下方には、断面が略楕円形状或いは放物線形状に類似した曲面形状になされた反射ミラー24が設けられており、ランプ22からの放射光を効率的にウエハ裏面に投入できるようになっている。

【0017】この場合、上記反射ミラー24の反斜面は、通常使われる楕円反射ミラーや放物線反射ミラーとは異なり、ウエハ裏面に到達する光線が略均一に分散するような曲面形状になされている。尚、この補助加熱ランプ22に替えて、抵抗発熱ヒータを設けるようにしてもよいし、或いはこの補助加熱ランプ22と反射ミラー24を設けなくて、後述する発光源のみでウエハを加熱するようにしてもよい。この処理容器4の底板9には、図示しない真空排気系に接続された排気口26が設けられて処理容器4内を真空引き可能としており、また、側壁にはウエハWを搬出入する時に開閉されるゲートバルブ28及び処理容器4内へ所定の処理ガスを導入するガス導入ノズル30が設けられている。尚、図示されないが、ウエハの搬送のためにウエハWを上下動するリフトビンも必要であれば、設けられる。また、上記ガス導入ノズル30に替えて、例えば光を透過する石英製のシャワーヘッドを設けるようにしてもよい。

【0018】また、処理容器4の天井板12には、所定の大きさの開口32が形成されており、この開口32にリング等のシール部材34を介して例えば石英製の光透過窓36が気密に設けられている。そして、この光透過窓36の上方に、ウエハWの表面のみを加熱するために、本発明の特徴とする発光源38と反射ミラー手段40が設けられる。具体的には、この発光源38及び反射ミラー手段40は、図3にも示すようにウエハ直径と略同じか、或いはこれよりも少し長く成形されており、ウエハWの直径をカバーするようになっている。この発光源38は、例えば所定の直径の直線状のガラス管42内に直線状に巻回したフィラメントを設けてなるハロゲンランプや、或いはガラス管42内の両端に電極を設けて

アーク放電により光を発する放電ランプ、例えばキセノンランプやメタルハライドランプ等を用いることができる。

【0019】このハロゲンランプや放電ランプは、共に光を発する輝線44を形成するが、フィラメントを用いた場合の輝線44の断面直径は、例えば3mmと大きい。アーク放電によって発生する輝線44の断面直径は、0.1~0.3mmになって非常に小さく、後述するように集光した時の角度誤差或いは拡がり角が小さくなり、高いエネルギー密度を実現する上では放電ランプの方が望ましい。また、反射ミラー手段40は、図示するように断面が略半楕円形状になされた半楕円反射ミラー46を有しており、この第1焦点F1上に上記発光源38の輝線44が位置するように設定され、且つ、集光部である第2焦点F2がウエハ表面に位置するように設定されている。

【0020】次に、以上のように構成された装置の動作について説明する。まず、ゲートバルブ28を開いて図示しない搬送アームにより未処理の半導体ウエハWを処理容器4内へ導入し、これを載置台8上に載置する。処理容器4内を密閉した後、処理容器4内を真空引きして所定のプロセス圧力に維持すると共に、ガス導入ノズル30より所定の処理ガスを導入する。この時、載置台本体8B内に設けた補助加熱ランプ22は、すでに動作しており、ウエハWの裏面側に光を投入してこれを予備加熱している。さて、このような状況下で、発光源38を動作させると同時に、走査アーム18を駆動して所定の走査速度で載置台8を案内レール14に沿って例えば往復移動を繰り返して行なう。

【0021】ガラス管42内の輝線44から放射された光48の内、図1において上方に向かった光は半楕円反射ミラー46にて反射されて、第2焦点F2、すなわちウエハ表面上に一本の線状の光スポットとして集光される。この時、集光された光はエネルギー密度が非常に高く、例えば発光源としてハロゲンランプを使用した場合には、おおよそ500W/cm<sup>2</sup>、放電ランプを使用すれば、おおよそ1500W/cm<sup>2</sup>のエネルギー密度が実現でき、例えば、1000℃の熱処理温度までウエハ表面のみを急速に昇温させることができる。光源の大きさとくらべて大きな反射ミラーによって集光するので、焦点の広がりをおさえられ、発光源38の輝線44であるフィラメントやアーク放電の近傍における光線の密度に近い値までエネルギー密度を上げることができ、ウエハ全体の温度はそれ程上昇せずに、ウエハ表面のみの温度を瞬時に上げることができる。

【0022】この場合、上述のように走査アーム18の屈伸によってウエハWは所定の速度で走査されているので、高いエネルギー密度の線状の光スポットがウエハ表面全体に走査されることになり、従ってウエハ全面に対して所定の熱処理、例えばアニール、成膜処理、不純物

拡散処理、酸化処理等を行なうことができる。この場合、一回の走査で目的の熱処理を行なおうとすると、ウエハが割れる恐れがある。そのため、走査速度を早くして何回か走査を繰り返すことが好ましい。また、発光源38としては、輝線44の断面直径が小さな放電ランプを用いるのが好ましく、この場合には、断面直径の大きいフィラメントランプよりも更に高いエネルギー密度の線状光スポットを得ることができる。

【0023】この点について図4乃至図6を参照して説明する。図4の上半分は発光源38の中心からでた光が半楕円ミラー46によって反射し焦点F2に到達する軌跡を示し、下半分は、発光源38が2mmの大きさを持つものとして焦点F2に向かって-45度、-90度、-135度方向の光を抽出して光線追跡を行った結果を示している。実際には、円周上の全ての点から全方位に放射がなされるが、ここでは特定の角度の光線を抽出して表示している。放射された光線48は、最初光源の大きさに相当する巾を持っており、半楕円反射ミラー46にて反射した後一旦その巾が小さくなり焦点F2では大きく広がっている。光線48の中央に位置する光線は半楕円ミラーの正規の角度を持った位置に到達し焦点F2に達するが、光線48の巾の端に位置する光線は、輝線44の半径分の位置誤差を持っており、反射した後、位置の誤差が角度のずれとして表れ、焦点F2では輝線44の半径以上の位置ズレを発生し、光線はその巾が広がった様になっている。

【0024】従って、図6に示すように集光部である焦点F2上では大きく拡大された光スポットとなってしまう、その分、光のエネルギー密度も低下する。輝線44の断面直径は、必ず有限の値を持つので、従ってこの断面直径が非常に小さなアーク放電ランプを発光源として用いれば、その分、光スポットの拡がりを抑制でき、より高いエネルギー密度の線状光スポットを実現することができる。このように、本実施例では、ウエハ表面のみを急速に加熱して熱処理を行なうようにしたので、ウエハ全体及び載置台を含めて昇降温する場合と比較して、短時間で昇降温を行うことができスループットを向上させることができ、処理対象物のウエハ以外へ投入する無駄なエネルギーを削減できる。

【0025】また、ウエハ表面以外には線状の光スポットが当たらないので、載置台8や処理容器4の側壁等の意図しない部分に例えば生成物が付着することがなく、その分、クリーニング等のメンテナンス操作の回数を少なくすることができる。更に、光透過窓36に関しては、ここを透過する光線の密度が集光部と比べて低く、且つ吸収率も低いので光透過窓36が温度上昇することはない。また、走査アーム18により適当回数だけウエハWを走査させたならば、載置台本体8Bのみを例えば90度回転させ、この状態で再度適当回数だけ走査を行なえば、熱処理をウエハ面内に亘って均一に行なうこと

ができる。

【0026】次に、本発明装置の第2実施例について説明する。図7は本発明装置の第2実施例を示す構成図、図8は図7に示す第2実施例の変形例を示す構成図である。尚、図1に示した構成図と同一部分については同一符号を付して説明を省略する。また、ここでは処理容器4側の記載は省略して模式的に示されている。また、ここでは先の実施例と異なり、走査手段は処理容器4の外側に設けている。

【0027】図7に示すように、発光源としては、先の第1実施例の発光源38と同じ物、すなわち線状の輝線を形成するランプを用いる。そして、反射ミラー手段50としては、断面が楕円形状の反射ミラーではなく、断面が放物線形状になされた第1及び第2の放物線反射ミラー52、54を用いる。具体的には、第1の放物線反射ミラー52の焦点F3上に上記発光源38を設置して、これより放射される光56を平行光に変換して光透過窓36の上方に平行に照射する。そして、この光透過窓36の上方に上記第2の放物線反射ミラー54を設け、上記平行光を下方に反射してその焦点F4上に集光

させるようになっている。当然のこととして、この焦点F4が、半導体ウエハWの表面で結ぶように反射ミラー54の位置合わせがなされている。

【0028】そして、この第2の放物線反射ミラー54は、走査手段58に取り付けられており、この反射ミラー54を往復移動させることによって、ウエハ表面上に線状の光スポットを走査するようになっている。具体的には、この走査手段58は、平行光の来る方向に沿って設けたボールネジ60と、これに平行に設けた案内レール62とよりなり、上記第2放物線反射ミラー54をこの案内レール62に、スライドブロック64を介して取り付けており、案内レール62に沿って移動可能としている。そして、このスライドブロック64と上記ボールネジ60に設けた移動体66とを連結しており、走査モータ68によりボールネジ60を回転駆動するようになっている。

【0029】従って、この走査モータ68を正逆回転駆動することによってボールネジ60を正逆回転させ、移動体66に連なる第2の放物線反射ミラー46が往復移動されることになる。尚、本実施例の場合には、載置台8は旋回は可能であるが、水平方向に対しては固定されているので、光透過窓36の直径はウエハWの直径と略同等か、それ以上とし、また処理容器4の直径は、第1実施例よりも小さくて済む。

【0030】さて、このように構成された第2実施例においては、発光源38より放射された光56は第1の放物線反射ミラー52にて反射されて平行光に変換され、水平方向に進む。この平行光は第2の放物線反射ミラー54にて下方に向けて反射され、第2焦点F4であるウエハ面上に高いエネルギー密度の線状の光スポットと

なって集光することになる。ここで、この第2の放物線反射ミラー54は、走査手段58によって所定の速度で光透過窓36の上方を水平方向に往復走査移動しているので、これに反射されて形成された線状の光スポットはウエハ表面上を走査することになる。

【0031】これにより、第1実施例の場合と同様に高いエネルギー密度で急速にウエハ表面のみが加熱昇温されて、所定の熱処理が行なわれることになる。従って、第1実施例の場合と同様に、ウエハ全体や載置台自体を昇降温する必要がないので、その分、スループットを向上させることができ、エネルギーの節約ができる。特に、本実施例の場合には、載置台8を動かさずに容器外に設けた第2の放物線反射ミラー54を往復移動させることによって、線状の光スポットを走査させるようにしたので、走査機構が簡単で済み、また、処理容器4の直径も小さくて済む。図8に示す変形例にあっては、第1の放物線反射ミラー52と発光源38を複数組、ここでは2組上下に並列に設けており、各発光源38からの光を同一の第2焦点F4上に集光させている。

【0032】次に、本発明装置の第3実施例について説明する。図9は本発明装置の第3実施例を示す構成図、図10は図9に示す装置の側面図、図11は発光源と楕円反射ミラーとの関係を示す斜視図である。尚、この実施例においては、処理容器4の構成は、先に図7において示した第2実施例と同じであるので同一部分については同一符号を付して、その説明を省略する。

【0033】図示するように、発光源としてはガラス管の両端に電極を設けてアーク放電により光を発する放電ランプ、例えばキセノンランプやメタルハライドランプ等を用いる。また、この実施例では、発光源38と反射ミラー手段70を、図9において左右に対称的に一対ずつ設けており、より高いエネルギー密度の線状光スポットを実現せんとしている。反射ミラー手段70としては、先端に比較的小さな放射口72を有して第1焦点F5と第2焦点F6をほとんど覆うようにして形成された断面が楕円形状の楕円反射ミラー74と、この反射ミラー74からの光を集光するために断面が楕円形状になされた一対の双楕円反射ミラー76、78とにより主に構成されている。

【0034】上記楕円反射ミラー74は、図11に示すようにウエハWの直径と同じか、或いはこれよりも僅かに長く形成されており、ウエハの直径全体をカバーできるようになっている。尚、双楕円反射ミラー76、78も同様に長く形成されている。図示例のようにこの楕円反射ミラー74は、例えば図1に示したような半楕円反射ミラー46と異なり、僅かな大きさの放射口72を除いて断面が略楕円形状に形成されて上述のように第1焦点F5のみならず、第2焦点F6もその内側に位置させている。

【0035】そして、放射口72側に近い第2焦点F6

上に上記発光源 38 の輝線 44 を位置させている。この楕円反射ミラー 74 の放射方向に一对の双楕円反射ミラーの内の一方の双楕円反射ミラー 76 を配置し、この反射ミラー 76 の一方の焦点 F7 を上記楕円反射ミラー 74 の第 2 焦点 F6 に一致させている。また、上記一方の双楕円反射ミラー 76 の他方の焦点 F8 を、他方の双楕円反射ミラー 78 の一方の焦点 F9 と一致させるように他方の双楕円反射ミラー 78 を設けている。この場合、焦点 F9 と双楕円反射ミラー 78 との間の光路途中に、平板状の方向変換ミラー 80 を設け、他方の双楕円反射ミラー 78 を下向きにしている。

【0036】そして、この他方の双楕円反射ミラー 78 の他方の焦点 F10 がウエハ W の表面に位置するように全体を構成している。尚、図 9 中において、両側に設けた発光源 38、38 からの光が、ウエハ表面上の焦点 F10 上の一点で集光するようになっている。このような発光源 38 及び反射ミラー手段 70 は、例えば底部に光通過口 82 が開口された箱状のケーシング 84 内に収容されており、このケーシング 84 の下部に走査手段 86 を設けている。具体的には、このケーシング 84 の下面の両側に一对の摺動レール 88 を設け、この摺動レール 88 を、固定側の固定ブロック 90 に対して摺動自在に取り付けている。そして、このケーシング 84 自体は、図 10 に示すように走査モータ 92 とこれに回転されるボールネジ 94 とにより、スライド移動可能になされている。

【0037】また、図 10 に示すように発光源 38 の両側には、ケーシング 84 の側板を形成するように平板状の拡散防止ミラー 96、96 が設けられており、側部に漏れる光を内側に反射して、見かけ上、無限遠の長さの発光源となるようにしている。さて、このように構成された装置においては、発光源 38 により放射された光はこの発光源 38 を取り囲むように設けた楕円反射ミラー 74 に反射されて放射口 72 から一方の双楕円反射ミラー 76 に向かう。この反射ミラー 76 の反射光は、共通の焦点 F8、F9 に集光されてここを通過した後、方向変換ミラー 80 にて反射されて他方の双楕円反射ミラー 78 に向かい、更に、この反射ミラー 78 にて反射された後に、半導体ウエハ W の表面に位置付けされている焦点 F10 上に集光することになる。

【0038】尚、この線状の光スポットは、走査手段 86 を駆動することにより、ウエハ表面上を走査されることになる。ここで、小口径の放射口 72 をもつ楕円反射ミラー 74 及び双楕円反射ミラー 76、78 の作用が高エネルギーの光を形成する点において、非常に有利な作用を及ぼす点について説明する。

【0039】まず、楕円反射ミラー 74 の作用について説明する。図 9 において第 2 焦点 F6 上の発光源 38 の輝線 44 から全方位に向けて放射された光が全て放射口 72 から一定の拡がり角をもって放出されている。すな

わち、輝線 44 から放射口 72 に向かって放射された光は、反射ミラー 74 に反射されることなくそのまま外に出て行き、一方、それ以外の光は楕円反射ミラー 74 にて複数回反射を行なって放射方向に向きを変え、最終的に放射口 72 から外に出て行くことになる。

【0040】図 12 (A) は、放射光 98 が反射ミラー 74 内にて 2 回反射を繰り返しながら第 1 焦点 F5 を通って最終的に放射口 72 から出て行く状態を示しており、図 12 (B) は放射光 98 が反射ミラー 74 内にて 4 回反射を繰り返しながら第 1 焦点 F5 及び第 2 焦点 F6 を通って最終的に放射口 72 から出て行く状態を示している。ここで注意されたい点は、同じ軌跡に 2 本以上の光線を重ね合わせる事ができているという点である。すなわち、図 12 (A) においては、輝線 44 より A 方向と B 方向へ放射された光が、最終的に A 方向に向けて重ね合わせて放出されている。図 12 (B) においては輝線 44 より C 方向と D 方向と E 方向へ放射された光が最終的に C 方向に向けて重ね合わせて放出されている。

【0041】反射ミラー 74 と光源とを纏めて一つの光源として考えると分かりやすい。反射ミラー 74 の放射口 72 から光源から全方位に放射された全ての光が、放出されており、図の楕円ミラー 76 に入射し得る角度の光線だけを放射する一つの光源装置として考えられる。図 1 に示す通常の光学系では、大きな反射ミラーを用いているにも拘らず、光源から出た光線の略半分しか反射ミラーに入射していない。一方、図 9 に示す光学系では光源から出る光線の全てが集光されており、大きな違いがある。

【0042】従って、これによれば、光線同士或いはアーク放電と光線とがお互いに影響し合わない範囲で光線を重ね合わせることができ、光のエネルギー密度を高めることができる。また、先に説明した実施例 1、2 と異なり、略全方向に向けて放射される光を一定の拡がり角内で放出して利用することができるので、光のエネルギー密度を高くすることができ、光の利用効率も高めることができる。

【0043】次に、双楕円反射ミラー 76、78 の作用について説明する。図 13 は双楕円反射ミラーにおける全体の光路を示す図、図 14 は一方の双楕円反射ミラーの焦点上の輝線からの放射光を示す拡大図、図 15 は他方の双楕円反射ミラーの焦点上の集光部を示す拡大図である。尚、図 9 における方向変換ミラー 80 は、図 13 の光線をおり曲げて楕円ミラー 76、78 をウエハ W と対向する位置にレイアウトするためのものであり、ここでは説明の簡単化のために方向変換ミラーの記載は省略している。図 13 には、焦点 7 上の輝線 44 の断面直径を 2 mm とし、焦点 F10 に向かって -45 度、-90 度、-145 度方向の光線について光線追跡を行った結果を示している。有限な大きさを持つ光源の円周上の全ての点から全方位に放射がなされるが、特定の角度の光



線を抽出して表示しているので、図14に示すよう、光源の直径の巾を持つ光束がでているように見える。

【0044】光源から放射された光は楕円反射ミラー76で反射し、一旦その広がりが増えているが、楕円反射ミラー78で反射し、焦点F10に到達した位置では元の光源の直径の範囲に入っている。これは、相似形のミラーで2回の反射を受けることによって発生した誤差が相殺されることによる。図6に示す場合と比較して明らかのように、本実施例では焦点における広がり非常に小さくなっており、極限まで小さくできると言える。

【0045】従って、この双楕円反射ミラー76、78と先の楕円反射ミラー74の作用により非常に高いエネルギー密度の線状の光スポットを得ることができる。その結果、ウエハ表面のみを更に迅速に加熱昇温することができるので、その分、スループットを更に向上させることができる。更に、その分、ウエハ表面の温度を高くすることができるので、より高い温度、例えば1400℃程度での高温熱処理も行うことができる。尚、ここで楕円反射ミラー74の第1焦点F5上にも同様な第2焦点F7から放射された光に加算されるので、発光源38を設けるようにしてもよく、この場合には第2焦点F7から放射された光に加算されるので、更に高いエネルギー密度の線状の光スポットを実現することができる。

【0046】ただし、この場合には光源としてハロゲンランプ等のフィラメントを持つ構造のランプは、楕円反射ミラー74で反射した光を遮ってしまう為に使用できない。発光源38として輝線44の断面直径が小さい放電ランプ、例えばキセノンランプやメタルハライドランプしか用いることができないが、光源が小さいことと、光線の重ね合わせができることと、双楕円の光学系によって焦点における広がり極限までおさえられることとによって一層高いエネルギー密度の線状光スポットを実現できる。

【0047】次に、本発明装置の第4実施例について説明する。図16は本発明装置の第4実施例を示す構成図である。この実施例は、先の第2実施例の変形例であり、図8に示す第2実施例を対称に2セット配置し、走査手段を共有化させ、同一の対象物の表面上に線状の光スポットを形成し、且つ走査させようとするものであり、光源として前述の第3実施例の楕円反射ミラー74とこの中に設けた発光源38の対を6個用い、更に光源からの光を平行光に変換する放物線反射ミラーを追加したものである。

【0048】楕円反射ミラー74の放射口72の前方には、この楕円反射ミラー74の第2焦点F6と同じ位置に焦点F11を位置させた断面が放物線形状の第1の放物線反射ミラー100が設けられており、楕円反射ミラー74からくる光を水平方向に反射して平行光に変換するようになっている。また、光透過窓36の上方には、図7にて示した第2実施例の場合と同様に、断面が放物

線形状になされた第2の放物線反射ミラー102が設けられており、この反射ミラー102の焦点F12がウエハWの表面上に位置するように設定されている。

【0049】ここでは、図中左右両側より中心に向けて平行光がくるので、上記反射ミラー102は互いに反射方向を向けて接合されており、共通の焦点F12上に集光するようになっている。そして、この第2の放物線反射ミラー102は、図7に示したと同様な走査手段58により、水平方向へ移動可能になされている。すなわち、この走査手段58は、走査モータ68により回転されるボールネジ60と、案内レール62と、上記第2の放物線反射ミラー102を保持しつつ案内レール62にスライド可能に支持させるスライドブロック64を有している。また、第1の放物線反射ミラー100の側部には、側方への光の漏れを防止するための平板状の拡散防止ミラー106が設けられている。

【0050】さて、このように構成された装置例では、各発光源38から放射された光は、楕円反射ミラー74にて反射されて放射口72から放射された後、第1の放物線反射ミラー100にて反射されて平行光に変換されて水平方向に進む。この平行光は、更に水平方向に走査移動されている第2の放物線反射ミラー102にて下方へ反射され、ウエハ表面上の焦点F12上に集光される。この共通焦点F12上には、6個の発光源38からの光が全て集光されるので、非常に高いエネルギー密度の線状の光スポットを実現することができる。

【0051】従って、ウエハ表面のみを更に急速に加熱し、所定の熱処理を行なうことができる。このように昇降温をより迅速に行なうことができるので、一層スループットを向上させることができ、エネルギーの節約ができる。また、本実施例の場合には、図7に示す第2実施例の場合と同様に発光源38を動かすことなく、第2の放物線反射ミラー102を移動させることによって、線状光スポットの走査を行なうことができるので、走査対象物が軽く、走査手段58の構造が簡単で済み、また、発光源38に移動による不都合も生ずることがない。

【0052】次に、本発明装置の第5実施例について説明する。図17は本発明装置の第5実施例を示す構成図である。この実施例は、第2の放物線反射ミラー102及び走査手段58の構成が、図16に示した第4実施例と全く同様なので、ここでは同一符号を付してその説明を省略する。ここで、第4実施例と異なる点は、平行光を形成するために断面が放物線の反射ミラーを多段に接続してなる多段放物線反射ミラー108、110を用いた点である。図示例においては、左側には放物線反射ミラーを2個接続した場合を示し、右側には放物線反射ミラーを4個接続した場合を示す。実際には、左右同一構造の光源を用いるが、ここでは説明のために左右別構造の光源を便宜上記載している。

【0053】図中、左側に示す多段放物線反射ミラー1

10

20

30

40

50

10の場合には、断面が放物線形状の2つの放物線反射ミラー112、114を互いに反転させて反対向きの状態で接合している。この場合、一方、すなわち前方に位置する反射ミラー112の焦点F13の位置と、他方、すなわち後方に位置する反射ミラー114の焦点F14の位置が同一となるように両反射ミラー112、114を直列に接続する。そして、この焦点F13、F14上に発光源38を位置させる。そして、前方の反射ミラー112の一端を開放して放射口116を形成しており、これより光を放射するようになっている。

【0054】他方、後方の反射ミラー114の後方には、放射方向と直交するように平板状の後方平板反射ミラー118を設けている。この反射ミラー118の位置は特に限定されない。また、放射口116の前方（図中、下方）には、略45度に傾斜された平板状の方向変換ミラー120が設けられており、下方へ射出される平行光の進行方向を90度変えて水平方向に進行させて集光ようになっている。そして、上記焦点F13、F14上に発光源38を位置させるようになっている。このような多段放物線反射ミラー110は、例えばアルミニウム等のブロック体122を分割して内部をくり抜き、その内面に金メッキを施し、または水銀を蒸着させる等の方法で付着させ組み付けることにより、容易に形成することができる。

【0055】また、このブロック体122の上下には、冷却口124が設けられており、これに、例えば冷却風を流し込んで流通させることによって、内部を冷却するようになっている。一方、図中、右側の多段放物線反射ミラー108は、図中左側の多段放物線反射ミラー110の構成に、断面が放物線形状の一对の2つの放物線反射ミラー117、119を互いに反転して直列接続したものを、更に直列に接続して構成されている。そして、両ミラー117、119の共通の焦点F15、F16に2個目の発光源38を設置している。他の構成は、左側の多段放物線反射ミラー110と同じである。

【0056】さて、このように構成においては、図示するように、発光源38から放射された光121の内、前方（下方）に放射された光は、その前方（下方）に位置する放物線反射ミラー112、或いは117、114、112にて反射して平行光になり、更に方向変換ミラー120にて90度方向が変えられて、平行光のまま第2の放物線反射ミラー102側に向けて放出される。また、発光源38から後方（上方）に放射された光は、これより後方に位置する反射ミラー114或いは114、117、119にて反射された後に、後方平板反射ミラー119にて前方（下方）に向けて反射される。そして、全ての反射ミラーにて反射された後、前述と同様に方向変換ミラー120にて90度方向が変えられて平行光のまま第2の放物線反射ミラー102側に向けて放出される。

【0057】この結果、同一軌跡内に光が重ね合わされることになるので、非常に高いエネルギー密度の光線を得ることができる。図中、右側の多段放物線反射ミラー108の場合には、下段の光源30から前方（下方）に放射された光も、同じく後方（上方）に放射された光も、上段の光源30から前方（下方）に放射された光も同じく後方（上方）に放射された光も、同じ軌跡を通り、平行光となって放物線反射ミラー102に入射し、最終的にはウエハ表面上に線状スポットを形成する。第3実施例に示す光源からの光も同じ軌跡に重ね合わせられているが、その範囲は同一の光源からの光である、図17に示す第5実施例では複数の光源からの光が同一の軌跡に重ね合わされており、より高度な重ね合わせが実現できる。従って、この実施例の場合にも、非常に高いエネルギー密度の線状スポットをウエハ表面上に形成でき、ウエハ表面のみの温度を急速に昇温させて所望の熱処理を迅速に行なうことができるので、スルーブットを大幅に向上させることができ、エネルギーの節約ができる。

【0058】次に、本発明装置の第6実施例について説明する。図18は本発明装置の第6実施例を示す構成図、図19は図18に示す装置の上面図、図20は図18に示す装置の発光源と反射ミラー手段を示す概略斜視図、図21は発光源と反射ミラー手段との関係の説明するための説明図である。ここまで、発光源はアーク放電やフィラメントにより主に比較的細長い線状の輝線を生ずるランプを用いた場合を例にとりてその実施例を説明したが、これに限定されず、発光源として点状の輝点を生ずるランプを用いた場合にも適用し得る。発光源として点状の輝点を生ずるランプを用いた場合にも適用し得る。発光源として点状の輝点を生ずるランプ、つまり点光源を使用する場合、得られるウエハ面上のスポットをウエハ面内全域に亘って走査できる2次元の走査手段、例えばX・Yステージ等の走査手段を用いる。

【0059】図18に示すように、ここでは発光源122としては、例えば点状の輝点124を生ずるハロゲンランプやキセノンランプ等を用いる。また、発光源122から放射された光を集光する反射ミラー手段124は、通常の断面が楕円形状の反射ミラーではなく、光照射方向に沿った断面が楕円形状の部分よりなる部分楕円反射ミラー126と、このミラー126からの光を集光させる断面が直線状の直線状反射ミラー128とにより構成され、これにより後述するように反射光の拡がり角を抑制して多くの光を焦点上の一点に集光させることが可能となる。

【0060】具体的には、この反射ミラー手段124は、本発明者が先に開示した特願平9-143294号における反射ミラーと同一のものをを用いる。すなわち、図20及び図21に示すように部分楕円反射ミラー126は、光照射方向における断面が楕円形状の部分となる

ように例えばドーム状に形成され、その先端には、円形の比較的小口径の放射口130が開口して設けられている。

【0061】これに対して、直線状反射ミラー128は、光照射方向における断面が直線状となるように全体が回転円錐体の一部を構成するように、いわば傘状に形成されている。そして、発光源122は、上記部分楕円反射ミラー126の部分楕円円弧の焦点F15上に配置されている。従って、この発光源122から放出された光は、部分楕円反射ミラー126にて反射された後に、  
10 後方の直線状反射ミラー128に向かい、更に、ここで反射された後に前方に向かって放射口130から出射し、集光点132に集光されることになる。ここで注意する点は、図21において上下に位置する楕円の一部、すなわち上側楕円弧126Aと下側楕円弧126Bとは連続する1つの楕円の一部を形成してはいないという点である。すなわち、上側楕円弧126Aを形成する楕円  
の一方の焦点は、F15に位置して下側楕円弧126Bの一方の焦点と同じ点に位置するが、他方の焦点F16は中心線134よりも下方に位置している。

【0062】また、下側楕円弧126Bを形成する楕円  
の一方の焦点は、点F15に位置するが、他方の焦点F17は中心線134よりも上方に位置し、中心線134を対称軸として上記焦点F16に対して対称となっている。そして、直線状反射ミラー128の中心線134に対する傾斜角度 $\theta$ 1は、それぞれの楕円弧126A、126Bの他方の焦点F16、F17の対応する側の直線状反射ミラー128の断面直線を対称軸とする虚像の位置が同一ポイントである集光点132に位置するように  
30 設定されている。図21においては、中心線134を通る1つの断面について説明したが、任意の方向から中心線134を通るように切断した切断面について、全て上述したような関係が成立するようになっている。

【0063】図19は、上記発光源122と反射ミラー手段124を一体的に走査する走査手段136を示している。この走査手段136は、中央部に大きな開口部136を有する固定ベース138上に設けられる。具体的には、走査手段136はY走査機構140とX走査機構142とよりなり、Y走査機構140は、上記固定ベース138上にY方向に沿って平行に設けた2本のY方向  
40 ガイド144と、これに平行に設けたYボールスクリュウ146と、上記Y方向ガイド144に摺動可能に設けたY摺動体148とよりなり、Yボールスクリュウ146の移動体146Aを上記Y摺動体148に連結し、Yボールスクリュウ146のYモータ150を正逆回転駆動することにより、上記Y摺動体148をY方向ガイド144上にY方向へ摺動移動できるようになっている。

【0064】また、X走査機構142は、上記2つのY摺動体148間に掛け渡された2本のX方向ガイド152とこれに平行に設けたXボールスクリュウ154と、

上記X方向ガイド152に摺動可能に設けたX摺動体156とよりなり、Xボールスクリュウ154の移動体154Aを上記X移動体156に連結し、Xボールスクリュウ154のXモータ158を正逆回転駆動することにより、上記X摺動体156をX方向ガイド152上にX方向へ摺動移動できるようになっている。そして、このX摺動体156に、上記発光源122と反射ミラー124を一体的に取り付け固定し、これを水平面内、すなわちX方向とY方向に走査できるようになっている。

【0065】さて、このような構成においては、図示するように、発光源122から放射された光は、まず、前方に設けてある部分楕円反射ミラー126で反射されて、後方の直線状反射ミラー126に向かい、ここで再度前方に向けて反射され、この後、放射口130を通して集光点132にて集光される。この集光点132は、当然のこととしてウエハWの表面上に設定されており、先の実施例の場合と同様にウエハWの表面を加熱することになる。図21から明らかなように、集光点132に集光される光は、発光源122から広い角度範囲に亘って出た光が集光されており、特に、発光源122から前方に向かった光の内、放射口130に向かう光を除いて有効に集光して利用されており、放射光の利用効率を高めることができる。尚、発光源122から後方に向かう光は記載されていないが、通常、発光源の裏面側は光源自体の影になり、また、この部分の光は集光誤差も大きくなるのであまり利用することができない。

【0066】また、図19に示す走査手段のX走査機構142、Y走査機構140を適宜駆動することにより、上記発光源122と反射ミラー手段124を一体的にX方向及びY方向へ走査移動することができ、従って、ウエハWの面内全域に走査することができる。このように、本実施例の場合にも、放射光を有効に利用して非常に高いエネルギー密度の点状スポットをウエハ表面上に形成でき、しかもこのスポットをX方向、Y方向に走査できるので、ウエハ表面のみの温度を急速に昇温させて所望の熱処理を迅速に行なうことができる。また、ウエハ表面のみが加熱され、ウエハ全体が加熱されるわけではないので、降温についても、迅速に行なうことができ、従って、スループットを大幅に向上させることができ、エネルギーの節約ができる。

【0068】また、この実施例では、点状の輝点を形成する発光源より一点に集光させる場合を例にとって説明したが、これに替えて、焦点において短い直線状のスポットを形成させることもできる。2次元の走査手段によって走査した時のスポットの重ね合わせが、点状のスポットにて2次元走査する場合よりも、容易になる。

【0069】尚、以上の各実施例で示した反射ミラー手段は、単に一例を示したに過ぎず、高いエネルギー密度のスポットを形成できるならば、どのような構成としてもよく、例えば、第3実施例あるいは第5実施例に示す

光線の重ね合わせを実現する光学系を組み合わせることで実現する事もできる。また、熱処理としては、アニール処理、成膜処理、酸化処理、拡散処理等を行なうことができる。更には、被処理体としては、半導体ウエハに限定されず、ガラス基板、LCD基板等にも本発明を適用することができる。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の熱処理装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。本発明によれば、処理容器内に設置した被処理体上の表面に、発光源より放射された光を反射ミラー手段により集光させつつ走査するようにしたので、高いエネルギー密度の光スポットを形成し、被処理体の全体ではなく、この表面のみを急速に加熱してこれに所定の熱処理を施すことができる。従って、被処理体表面の温度の昇降温を迅速に行なうことができ、その分、スループットを向上させることができ、エネルギーの節約ができる。

【0071】また、被処理体の表面部分に対してのみ所定の熱処理を行なうことができるので、意図しない部分、例えば載置台や処理容器の内壁等には、例えば成膜が付着しないので、その分、クリーニング等のメンテナンス作業の頻度を少なくすることができる。また、発光源を固定し、反射ミラー手段の一部を走査する場合には、走査手段を簡単にでき、しかも、発光源を動かさなくて済むので、その分、発光源に不要な負担をかけずに済んでこの寿命を長くすることができる。更に、反射ミラー手段の一部として、第1焦点と第2焦点を覆って小さな放射口を有す楕円反射ミラーを用いることにより、発光源の放射光の利用効率を高めることができ、より高いエネルギー密度の光を集光させることができる。

【0072】また、反射ミラー手段の一部として、光照射方向に沿った断面が楕円形状の部分よりなる部分楕円反射ミラーや、断面が放物線形状の複数の放物線反射ミラーを互いに反転させて直列に接続してなる多段放物線反射ミラーを用いることにより、発光源から放射された光をより効率的に利用することができ、その分、より高いエネルギー密度の光を集光してスループットを向上させることができ、エネルギーの節約ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明装置の第1実施例を示す構成図である。

【図2】載置台の構造を示す図である。

【図3】図1に示す装置の発光源を示す斜視図である。

【図4】図3に示す発光源からの放射光の軌跡を示す図である。

【図5】発光源の拡大図である。

【図6】集光部を示す拡大図である。

【図7】本発明装置の第2実施例を示す構成図である。

【図8】図7に示す第2実施例の変形例を示す構成図である。

【図9】本発明装置の第3実施例を示す構成図である。

【図10】図9に示す装置の側面図である。

【図11】発光源と楕円反射ミラーとの関係を示す斜視図である。

【図12】楕円反射ミラー内の光線の軌跡を説明するための説明図である。

【図13】双楕円反射ミラーにおける全体の光路を示す図である。

【図14】一方の双楕円反射ミラーの焦点上の輝線からの放射光を示す拡大図である。

【図15】他方の双楕円反射ミラーの焦点上の集光部を示す拡大図である。

【図16】本発明装置の第4実施例を示す構成図である。

【図17】本発明装置の第5実施例を示す構成図である。

【図18】本発明装置の第6実施例を示す構成図である。

【図19】図18に示す装置の上面図である。

【図20】図18に示す装置の発光源と反射ミラー手段を示す概略斜視図である。

【図21】発光源と反射ミラー手段との関係を説明するための説明図である。

【符号の説明】

2 熱処理装置

4 処理容器

8 載置台

14 案内レール

16 スライドブロック

18 走査アーム

36 光透過窓

38 発光源

40 反射ミラー手段

44 輝線

46 半楕円反射ミラー

50 反射ミラー手段

52 第1の放物線反射ミラー

54 第2の放物線反射ミラー

58 走査手段

70 反射ミラー手段

72 放射口

74 楕円反射ミラー

76, 78 双楕円反射ミラー

86 走査手段

88 摺動レール

100 第1の放物線反射ミラー

102 第2の放物線反射ミラー

104 走査手段

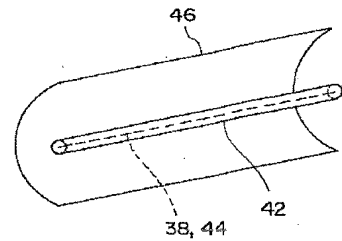
108, 110 多段放物線反射ミラー

112, 114 放物線反射ミラー

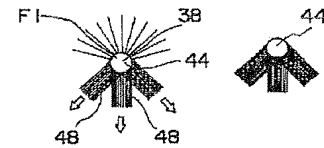
22

- \*

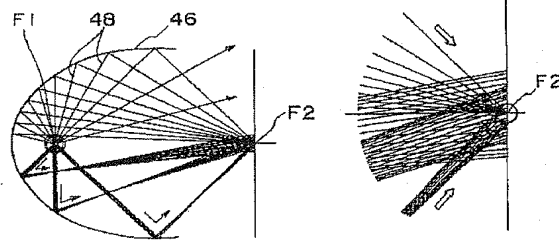
【図 3】



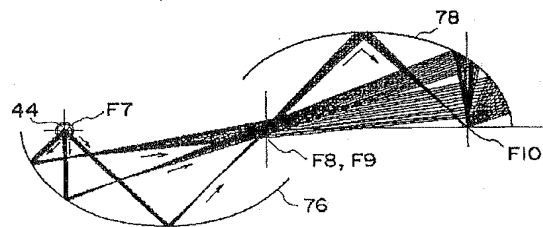
【図 14】



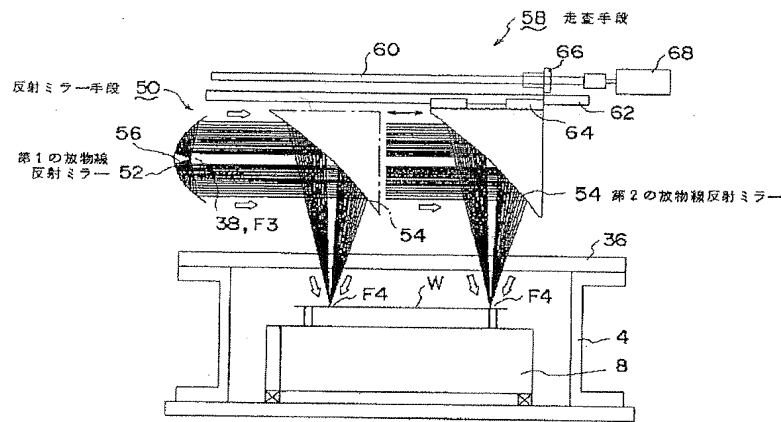
【圖4】



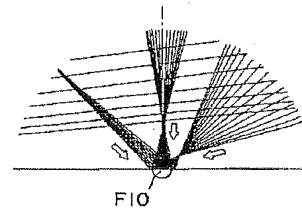
【圖 13】



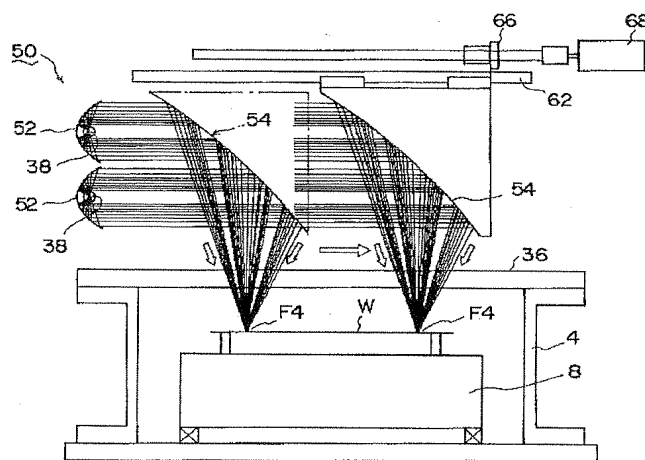
【図7】



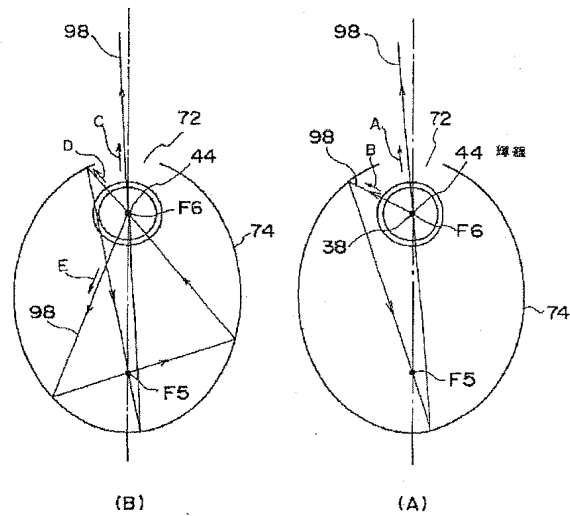
【図15】



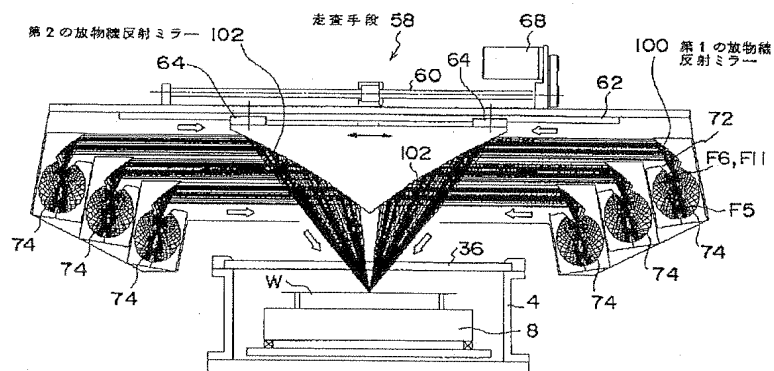
【図8】



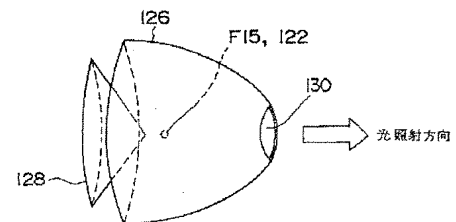
【図12】



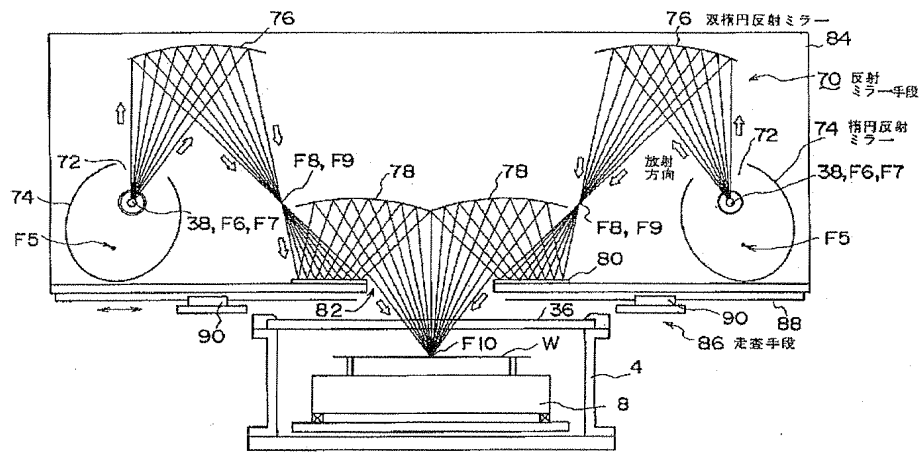
【図16】



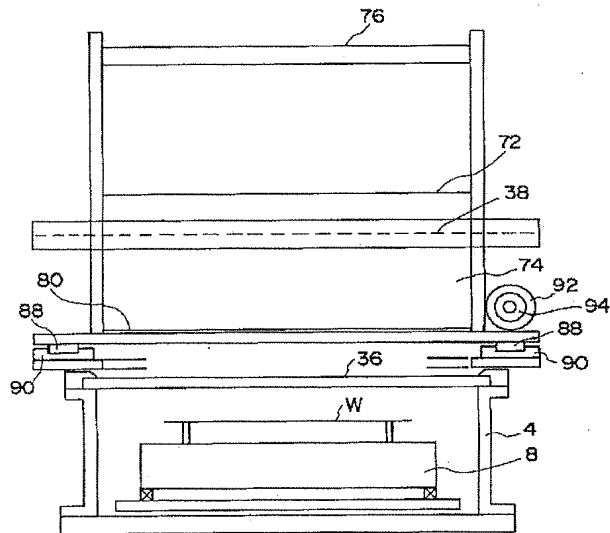
【図20】



【図9】



【図10】



【図19】

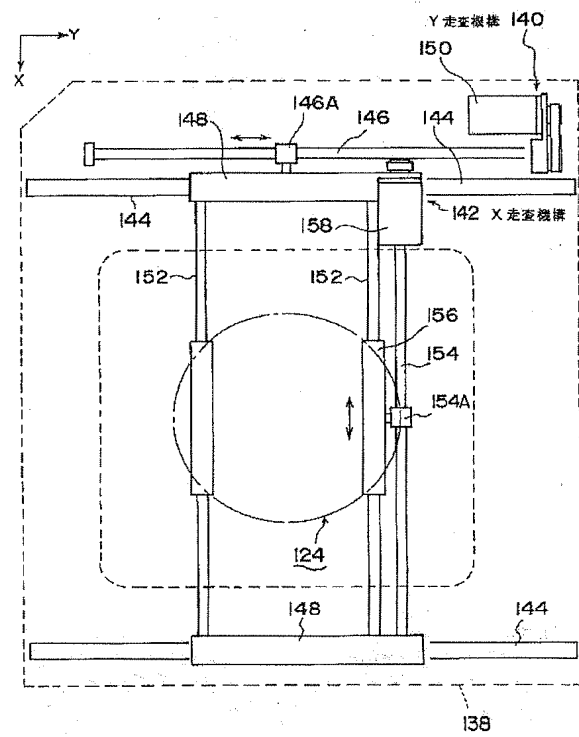


Figure 1 is a schematic diagram of a multi-stage material reflecting mirror system. The diagram shows a cross-section of a chamber with multiple stages of mirrors (110, 108) and a central material (58) being processed. Arrows indicate the flow of material and cooling air (冷却風). Various components are labeled with numbers: 38, 118, 114, 112, 120, 122, 124, 116, 121, 117, 119, 115, 113, 111, 109, 107, 105, 103, 101, 99, 97, 95, 93, 91, 89, 87, 85, 83, 81, 79, 77, 75, 73, 71, 69, 67, 65, 63, 61, 59, 57, 55, 53, 51, 49, 47, 45, 43, 41, 39, 37, 35, 33, 31, 29, 27, 25, 23, 21, 19, 17, 15, 13, 11, 9, 7, 5, 3, 1.

[illegible]